

Лабораторная работа №6

Тема: Операции с двумерными массивами.

Теоретические сведения

Массив – это упорядоченный набор данных одного типа, снабженных индексами.

Индексы предназначены для нахождения определенного элемента массива, т.е. положение каждого элемента в массиве определяется его индексом. В этом и заключается упорядоченность. Тип компонент называется базовым типом массива.

В VBA массив рассматривается как переменная структурированного типа. Массиву присваивается имя, посредством которого можно ссылаться на него, как на единое целое, так и на любую из его компонент. Переменная с индексом — идентификатор компоненты массива. Формат записи:

<имя массива> (<индекс>), где индекс может быть выражением порядкового типа.

Видим, что индексы принято указывать в круглых скобках после имени массива. По умолчанию нумерация элементов массива начинается с 0. Говорят, что 0 – *базовый индекс*.

Описание массива определяет имя, размер массива, базовый тип и производится в разделе переменных. В VBA имеются следующие способы описания массивов:

1. <имя массива> (<номер последнего элемента>) [As <тип>]
2. <имя массива> (<начальный индекс> To <конечный индекс>) [As <тип>]

Отметим, что второй способ позволяет изменить базовый индекс. Другим способом изменения базового индекса является использование оператора **Option Base**, который имеет следующий синтаксис:

Option Base <базовый индекс>

<базовый индекс> – единица или ноль.

Этот оператор применяется перед процедурой, аналогично оператору **Option Explicit**.

Например, для изменения базового индекса с 0 на 1 используется оператор **Option Base 1**.

Двумерный массив — структура данных, хранящая прямоугольную матрицу. В матрице каждый элемент определяется номером строки и номером столбца, на пересечении которых он расположен.

В VBA двумерный массив может быть описан следующим образом:

1. **<имя массива> (<n1>, <n2>) [As <тип>]**

<n1>, <n2> – номер последнего элемента строки и номер последнего элемента столбца соответственно;

2. **<имя массива> (<k1> To <k2>, <m1> To <m2>) [As <тип>]**

<k1>, <k2> – начальный и конечный индексы элементов строки;

<m1>, <m2> – начальный и конечный индексы элементов столбца.

Например,

Dim mass (5, 5) As Integer

Dim mass (1 To 5, 1 To 5) As Integer

описывают один и тот же массив, при условии, что был использован оператор Option Base 1.

Элементы двумерного массива идентифицируются переменными с двумя индексами. Например: М (3, 5). Обычно первый индекс связывают с номером строки, второй — с номером столбца матрицы.

Операции с матрицами

Матрицей А размерности $n \times m$ называется двумерный массив из n строк и m столбцов:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1m} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nm} \end{pmatrix}$$

где a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$) — элементы матрицы А.

Наиболее типичные действия производимые над матрицами:

1. сложение матриц;
2. транспонирование матрицы;
3. умножение матриц.

Ввод матрицы

Элементы матрицы можно прочитать с листа MS Excel (рис.1):

Option Explicit

Option Base 1

Public Sub mult()

Dim a(3, 2) As Integer

Dim i As Integer, j As Integer

For i = 1 To 3

For j = 1 To 2

a(i, j) = Cells(i + 1, j)

Next

Next

	A	B
1		a
2	1	1
3	1	1
4	1	1

Рис.1. Фрагмент листа MS Excel

Можно ввести элементы матрицы с помощью окна InputBox (рис.2):

For i = 1 To 3

For j = 1 To 2

a(i, j) = Val(InputBox("Введите элемент матрицы a(" + str(i) + ", " + str(j) + ")))

Next

Next

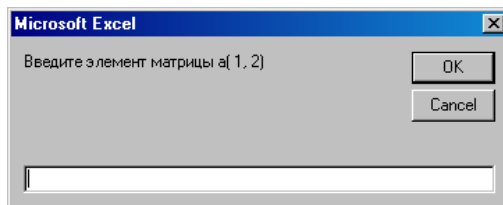


Рис.2. Вид окна InputBox

Вывод матрицы

Элементы матрицы можно вывести на лист MS Excel (рис.3):

```

Cells(1, 2) = "a"
For i = 1 To 3
For j = 1 To 4
Cells(i + 1, j) =
a(i, j)
Next
Next

```

	A	B	C	D
1		a		
2	1	1	1	1
3	1	1	1	1
4	1	1	1	1

Рис.3. Фрагмент листа MS Excel

Можно вывести элементы матрицы с помощью окна MsgBox (рис.4):

```

For i = 1 To 3
For j = 1 To 4
stroka = stroka + str(c(i, j))
+ " "
Next
stroka = stroka + Chr(13)
Next
MsgBox stroka

```

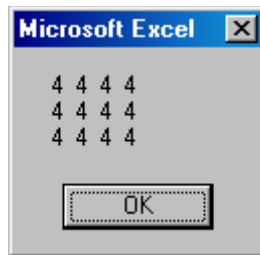


Рис.4. Вид окна MsgBox

Сложение матриц

Рассмотрим на примере сложения двух матриц А и В размерности 3×4 . Блок-схема алгоритма сложения матриц представлена на рис. 5.

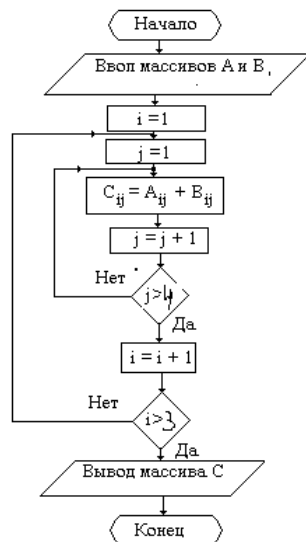


Рис.5. Блок-схема алгоритма сложения матриц.

Программа:

```

Option Explicit
Option Base 1
Public Sub matr()
Dim a(3, 4) As Integer, b(3, 4) As Integer, c(3, 4) As Integer
Dim i As Integer, j As Integer, stroka As String
For i = 1 To 3
For j = 1 To 4
a(i, j) = Cells(i + 1, j)
Next
Next
For i = 1 To 3
For j = 1 To 4
b(i, j) = Cells(i + 1, j + 5)
Next
Next
For i = 1 To 3
For j = 1 To 4

```

```

c(i, j) = a(i, j) + b(i, j)
Next
Next
For i = 1 To 3
For j = 1 To 4
stroka = stroka + str(c(i, j)) + " "
Next
stroka = stroka + Chr(13)
Next
MsgBox stroka
Cells(6, 2) = "c"
For i = 1 To 3
For j = 1 To 4
Cells(i + 6, j) = c(i, j)
Next
Next
End Sub

```

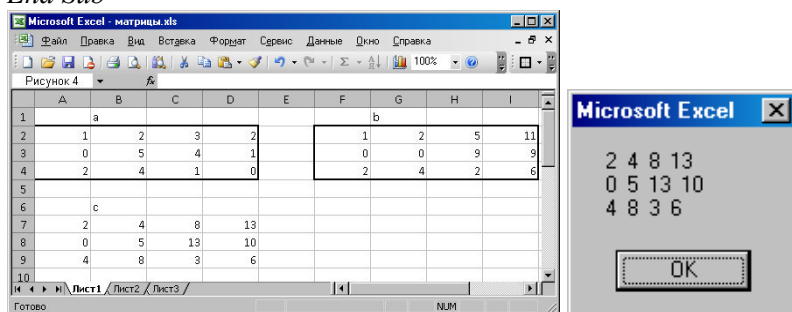


Рис.6 Результаты сложения двух матриц

Транспонирование матрицы

Пусть дана матрица $A = \{a_{ij}\}$ размерности $n \times m$. Матрица A^T размерности $m \times n$ называется транспонированной к матрице A , если ее элементы определены по формуле $A_{i,j}^T = A_{j,i}$. Рассмотрим пример транспонирования матрицы размерности 2×3 . Блок-схема алгоритма транспонирования матрицы представлена на рис. 7.

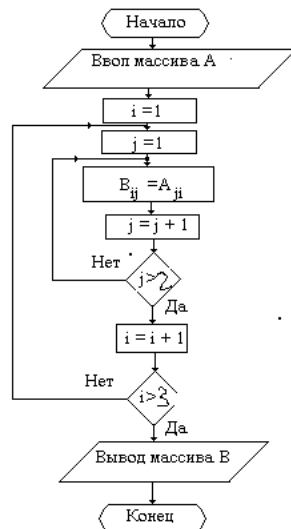


Рис.7. Блок-схема алгоритма транспонирования матрицы.

Программа:

```

Option Explicit
Option Base 1
Public Sub matr()
Dim a(2, 3) As Integer, b(3, 2) As Integer
Dim i As Integer, j As Integer, stroka As String
For i = 1 To 2
For j = 1 To 3
a(i, j) = Cells(i + 1, j)
Next
Next
For i = 1 To 3
For j = 1 To 2
b(i, j) = a(j, i)
Next
Next
Cells(4, 2) = "b"
For i = 1 To 3

```

```
For j = 1 To 2  
Cells(i + 4, j) = b(i, j)  
Next  
Next  
End Sub
```

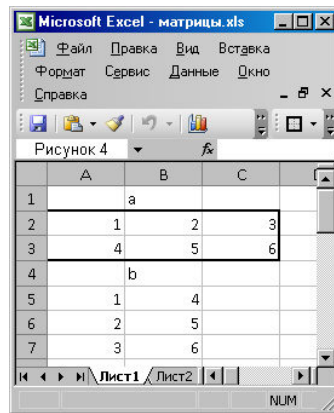


Рис.8 Результат транспонирования матрицы

Умножение матриц

Пусть даны матрица $A = \{a_{ij}\}$ размерности $n \times m$ и матрица $B = \{b_{ij}\}$ размерности $m \times k$. Матрица $C = \{c_{ij}\}$ размерности $n \times k$ равна произведению матриц A и B , если ее элементы определены по формуле

$$c_{ij} = \sum_{l=1}^m a_{il}b_{lj} \quad (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, k).$$

Рассмотрим пример умножения матрицы A размерности 2×3 на матрицу B размерности 3×4 . Матрица C , равная произведению матриц A и B будет иметь размерность 2×4 .

Блок-схема алгоритма умножения матриц A и B представлена на рис. 9.

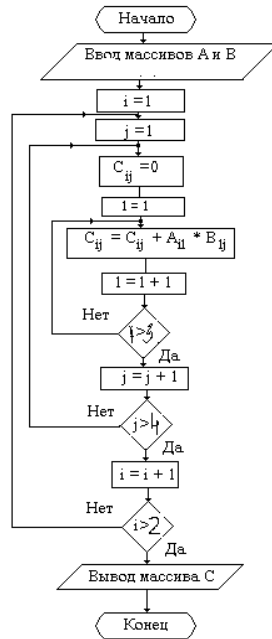


Рис.9. Блок-схема алгоритма умножения матриц.

Программа:

```
Option Explicit
Option Base 1
Public Sub mult()
Dim a(2, 3) As Integer, b(3, 4) As Integer, c(2, 4) As Integer
Dim i As Integer, j As Integer, stroka As String, k As Integer
For i = 1 To 2
For j = 1 To 3
a(i, j) = Cells(i + 1, j)
Next
Next
For i = 1 To 3
For j = 1 To 4
b(i, j) = Cells(i + 4, j)
Next
Next
For i = 1 To 2
For j = 1 To 4
c(i, j) = 0
For k = 1 To 3
c(i, j) = c(i, j) + a(i, k) * b(k, j)
Next
Next
Next
Cells(8, 2) = "c"
For i = 1 To 2
For j = 1 To 4
Cells(i + 8, j) = c(i, j)
Next
Next
End Sub
```

	A	B	C	D
1		a		
2		1	3	5
3		2	4	6
4		b		
5		0	2	3
6		1	2	0
7		2	4	1
8		c		
9		13	28	8
10		16	36	12
11				

Рис.10 Результат умножения матриц

Задание:

Составить на VBA программу, реализующую вычисление матричного выражения. Исходные данные прочитать с листа MS Excel, конечный результат вывести на тот же лист и в окно MsgBox.

Составить отчет, содержащий

- титульный лист,
- условие задачи,
- текст программы,
- фрагмент листа MS Excel с исходными данными и результатами,
- вид окна MsgBox
- Проверку, выполненную в пакете MathCad.

Варианты заданий

Таблица 1

Вариант	Формула	Исходные данные
1	$((H_{34}B_{43})^T + E_{33} - D_{33})^T$	$H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 1 \\ 3 & -2 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
2	$(Q_{34}^T D_{34} + E_{44})^T$	$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
3	$(E_{33} + H_{33} + D_{33}^T)Q_{34}$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 1 \\ 3 & -2 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
4	$(Q_{34}B_{34}^T + E_{33} - D_{33})^T$	$Q = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
5	$((Q_{34}^T + D_{43})H_{32})^T$	$Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ -2 & 0 & 4 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 2 & 1 \\ 1 & 3 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
6	$(B_{23}^T + H_{32})(E_{22} + D_{22})$	$B = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 2 \\ 1 & -2 & 0 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 2 & -2 \\ -2 & 0 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 \\ 0 & 1 \end{pmatrix} \quad D = \begin{pmatrix} 0 & 2 \\ -3 & 0 \end{pmatrix}$
7	$(E_{44} + D_{44}^T)(Q_{43} - B_{43})$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \\ -2 & 3 & 0 & 0 \\ -3 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 2 & 1 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ 1 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
8	$(D_{34}^T(E_{33} + B_{33} + H_{33}))^T$	$D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 1 \\ 3 & -2 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$
9	$((E_{33} + H_{33})^T + B_{33})D_{32}$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} -1 & 1 & 3 \\ -2 & 3 & 1 \\ -3 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 2 & -2 \\ -2 & 0 \\ 3 & 1 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
10	$((D_{34} + B_{34})Q_{43})^T + E_{33}$	$D = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
11	$D_{43}(E_{33} + H_{33})^T + Q_{34}^T$	$D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ -2 & 0 & 4 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
12	$(D_{33} + E_{33})^T + H_{34}Q_{43}$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
13	$(E_{33} + D_{33})^T (Q_{34} B_{43})$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 2 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
14	$(D_{43} + H_{34}^T)(E_{33} + Q_{33})^T$	$D = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 \\ 1 & 3 & -1 \\ -2 & 0 & 4 \\ 3 & 1 & 0 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 3 \\ 1 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
15	$((E_{44} + Q_{44})D_{42})H_{23})^T$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \\ -2 & 3 & 0 & 0 \\ -3 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & 3 \\ -1 & 2 \\ 1 & -2 \\ -3 & 0 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & -1 & 2 \\ 1 & -2 & 0 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
16	$(E_{44} - D_{44}^T)(Q_{43} + B_{43})$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 3 & 2 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 2 & 3 \\ -2 & 3 & 0 & 0 \\ -3 & 2 & 2 & 1 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 3 & 1 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$ $B = \begin{pmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 3 & 0 & 4 \\ 1 & 2 & 0 \\ 1 & 3 & 0 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
17	$(D_{33} - E_{33})^T - H_{34}Q_{43}$	$D = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 3 & 1 \\ 4 & -2 & 1 & 3 \\ -3 & 0 & 2 & 0 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 0 & 3 & 1 \\ 2 & 0 & 4 \\ -1 & -2 & 0 \\ 1 & 3 & 2 \end{pmatrix}$

Продолжение таблицы 1

Вариант	Формула	Исходные данные
18	$(E_{33} - H_{33} - D_{33}^T)Q_{34}$	$E = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $H = \begin{pmatrix} 2 & 2 & 3 \\ 0 & -3 & 2 \\ 2 & 0 & 1 \end{pmatrix}$ $D = \begin{pmatrix} 0 & -3 & 1 \\ 3 & -2 & 3 \\ 1 & -1 & 3 \end{pmatrix}$ $Q = \begin{pmatrix} 1 & 0 & -1 & 2 \\ -2 & -4 & 2 & 1 \\ 0 & -3 & 0 & 1 \end{pmatrix}$

Рекомендательный библиографический список

1. Информатика. Базовый курс: учебное пособие / под ред. С.В. Симоновича. — СПб. и др.: Питер, 2012. — 637 с.
2. Информатика: Учебник для вузов / Под ред. Н.В. Макаровой – 3-е изд., перераб. - М.: Финансы и статистика, 2009. - 768 с.
3. *Веденева Е.А.* Функции и формулы Excel 2007. Библиотека пользователя. –СПб.: Питер, 2008. –384 с

Содержание

Теоретические сведения	1
Операции с матрицами	2
Ввод матрицы	2
Вывод матрицы	3
Сложение матриц	4
Транспонирование матрицы	6
Умножение матриц	9
Задание:	11
Варианты заданий	12
Рекомендательный библиографический список	26